



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Tomoyo YAMAGUCHI, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/607,537

EXAMINER:

FILED: June 27, 2003

FOR: PLASMA PROCESSING METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):

	<u>Application No.</u>	<u>Date Filed</u>
	60/420,788	October 24, 2002
	60/423,566	November 5, 2002

Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-187422	June 27, 2002
Japan	2002-214628	July 24, 2002
Japan	2002-271588	September 18, 2002
Japan	2002-271589	September 18, 2002
Japan	2003-003540	January 9, 2003
Japan	2003-110225	April 15, 2003
Japan	2003-151416	May 28, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

are submitted herewith

will be submitted prior to payment of the Final Fee

were filed in prior application Serial No. filed

were submitted to the International Bureau in PCT Application Number Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

(A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and

(B) Application Serial No.(s)

- are submitted herewith
- will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Steven P. Weihrouch
Registration No. 32,829

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

03604-US
03/04-03
03/04-03
03/04-03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 6月27日

出願番号

Application Number: 特願2002-187422

[ST.10/C]:

[JP2002-187422]

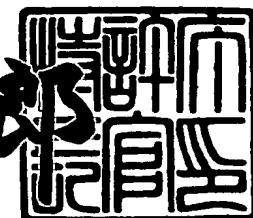
出願人

Applicant: 東京エレクトロン株式会社

2003年 5月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一



出証番号 出証特2003-3038687

【書類名】 特許願
 【整理番号】 JP022109
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 H01L 21/302
 H01L 21/3065

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 山口 智代

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 布瀬 晓志

【特許出願人】

【識別番号】 000219967
 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099944

【弁理士】

【氏名又は名称】 高山 宏志
 【電話番号】 045-477-3234

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062617
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9606708

特2002-187422

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ照射方法、プラズマ処理方法、プラズマエッチング方法、および半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面に有機層を有する被処理体に対して、 H_2 のプラズマを照射することを特徴とするプラズマ照射方法。

【請求項2】 表面に有機層を有する被処理体に対して、 H_2 と不活性ガスとを含む処理ガスのプラズマを照射することを特徴とするプラズマ照射方法。

【請求項3】 表面に有機層を有する被処理体に対して、Hを有する物質と不活性ガスとを含む処理ガスのプラズマを照射することを特徴とするプラズマ照射方法。

【請求項4】 前記有機層は、マスク層であることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のプラズマ照射方法。

【請求項5】 前記マスク層は、フォトレジスト層であることを特徴とする請求項4に記載のプラズマ照射方法。

【請求項6】 前記フォトレジスト層は、ArFフォトレジスト層であることを特徴とする請求項5に記載のプラズマ照射方法。

【請求項7】 表面にArFフォトレジスト層を有する被処理体に対して、Hを有する物質を含む処理ガスのプラズマを照射させることを特徴とするプラズマ照射方法。

【請求項8】 前記Hを有する物質は、 H_2 であることを特徴とする請求項3または請求項7に記載のプラズマ照射方法。

【請求項9】 前記Hを有する物質は、 NH_3 であることを特徴とする請求項3または請求項7に記載のプラズマ照射方法。

【請求項10】 前記処理ガスは、 N_2 を含むガスであることを特徴とする請求項2から請求項9のいずれか1項に記載のプラズマ照射方法。

【請求項11】 エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆うパターン開口が形成された有機層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器に導入されたHを有する物質を含む処理ガスをプラズマ化し、前

記有機層に照射する工程と、

前記処理容器に導入されたエッティングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記エッティング対象部をエッティングする工程と、
を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項12】 前記Hを有する物質は、 H_2 であることを特徴とする請求項11に記載のプラズマ処理方法。

【請求項13】 前記Hを有する物質は、 NH_3 であることを特徴とする請求項11に記載のプラズマ処理方法。

【請求項14】 前記処理ガスは、 N_2 を含むガスであることを特徴とする請求項11から請求項13のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項15】 前記有機層は、マスク層であることを特徴とする請求項11から請求項14のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項16】 前記マスク層は、フォトレジスト層であることを特徴とする請求項15に記載のプラズマ処理方法。

【請求項17】 前記フォトレジスト層は、ArFフォトレジスト層であることを特徴とする請求項16に記載のプラズマ処理方法。

【請求項18】 前記処理ガスと前記エッティングガスは、同じガスであることを特徴とする請求項11から請求項17のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項19】 前記エッティングガスは、前記処理ガスに別のガスを添加したガスであることを特徴とする請求項11から請求項17のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項20】 前記エッティング対象部は、 SiO_2 層であることを特徴とする請求項11から請求項17および請求項19のうちいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項21】 前記エッティングガスは、 C_5F_8 を含むガスであることを特徴とする請求項20に記載のプラズマ処理方法。

【請求項22】 表面にArFフォトレジスト層を有する被処理体に対して、Nを有する物質を含む処理ガスのプラズマを照射することを特徴とするプラズ

マ照射方法。

【請求項23】 前記Nを有する物質は、 N_2 であることを特徴とする請求項22に記載のプラズマ照射方法。

【請求項24】 前記Nを有する物質は、 NH_3 であることを特徴とする請求項22に記載のプラズマ照射方法。

【請求項25】 前記処理ガスは、Hを有する物質を含むガスであることを特徴とする請求項22から請求項24のいずれか1項に記載のプラズマ照射方法。

【請求項26】 前記Hを有する物質は、 H_2 、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CH_3F の中から選択される1以上であることを特徴とする請求項25に記載のプラズマ照射方法。

【請求項27】 エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆うパターン開口が形成されたArFフォトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器に導入された処理ガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記反射防止層をエッチングしながら、このエッチングにより同時に前記ArFフォトレジスト層の耐プラズマ性の向上処理を行う工程と、
を備えたプラズマ処理方法。

【請求項28】 エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆うパターン開口が形成されたArFフォトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器に導入されたNを有する物質を含む処理ガスをプラズマ化し、前記ArFフォトレジスト層に照射する工程と、

前記処理容器に導入されたエッチングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記エッチング対象部をエッチングする工程と、
を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項29】 エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆うパターン開口が形成されたArFフォトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器に導入されたNを有する物質を含む処理ガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記反射防止層をエッティングする第1エッティング工程と

前記処理容器に導入されたエッティングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記エッティング対象部をエッティングする第2エッティング工程と、を備えたプラズマ処理方法。

【請求項30】 前記エッティング対象部は、 SiO_2 層であることを特徴とする請求項28または請求項29に記載のプラズマ処理方法。

【請求項31】 前記エッティングガスは、フロロカーボンを含むガスであることを特徴とする請求項30に記載のプラズマ処理方法。

【請求項32】 SiO_2 層と、この SiO_2 層を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆うパターン開口が形成されたフォトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器に導入されたNを有する物質を含む処理ガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記反射防止層をエッティングする第1エッティング工程と

前記処理容器に導入されたフロロカーボンを含むエッティングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記 SiO_2 層をエッティングする第2エッティング工程と、

を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項33】 前記Nを有する物質は、 N_2 であることを特徴とする請求項28から請求項32のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項34】 前記Nを有する物質は、 NH_3 であることを特徴とする請求項28から請求項32のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項35】 前記処理ガスは、Hを有する物質を含むガスであることを特徴とする請求項28から請求項34のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法

【請求項36】 前記Hを有する物質は、 H_2 、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CH_3F の中から選択される1以上であることを特徴とする請求項35に記載のプ

ラズマ処理方法。

【請求項37】 前記フロロカーボンはC₄F₆であることを特徴とする請求項31または請求項32に記載のプラズマ処理方法。

【請求項38】 前記フロロカーボンはC₅F₈であることを特徴とする請求項31または請求項32に記載のプラズマ処理方法。

【請求項39】 前記C₅F₈は直鎖C₅F₈であることを特徴とする請求項38に記載のプラズマ処理方法。

【請求項40】 前記直鎖C₅F₈は1, 1, 1, 4, 4, 5, 5, 5-オクタフルオロ-2-ペンチンであることを特徴とする請求項39に記載のプラズマ処理方法。

【請求項41】 処理容器に導入された処理ガスをプラズマ化して、反射防止層と、この反射防止層を覆うパターン開口が形成されたフォトレジスト層とを有する被処理体の前記反射防止層を、前記パターン開口を介してエッチングするプラズマエッチング方法であって、

前記処理ガスは、N₂とH₂とを含み、前記処理容器内の圧力は、107~160Pa(800~1200mTorr)としたことを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項42】 エッチング対象膜と、このエッチング対象膜を覆うパターン開口が形成されたフォトレジスト膜とを有する基板を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器に導入されたH₂を含む処理ガスをプラズマ化し、前記フォトレジスト膜に照射する工程と、

前記処理容器に導入されたエッチングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記エッチング対象膜をエッチングする工程と、
を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項43】 SiO₂層と、このSiO₂層を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆うパターン開口が形成されたフォトレジスト層とを有する基板を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器に導入されたN₂と、H₂、CHF₃、CH₂F₂、CH₃Fの

中から選択されたいずれか1以上とを含む処理ガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記反射防止層をエッティングする第1エッティング工程と、

前記処理容器に導入されたC₅F₈とC₄F₆の中から選択されたいずれか1以上とを含むエッティングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記SiO₂層をエッティングする第2エッティング工程と、
を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造工程でなされるプラズマ照射方法、プラズマ処理方法やプラズマエッティング方法、および半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、被処理体中のエッティング対象部のレジスト材として、KrFフォトレジスト、すなわち、KrFガスを発光源としたレーザー光で露光するフォトレジストが用いられていたが、近年の微細加工の要求に対応して、使用されるフォトレジストもKrFフォトレジストに代わって、ArFフォトレジスト、すなわち、ArFガスを発光源としたレーザー光で露光するフォトレジストに移行されつつある。ArFフォトレジストは、一般に約0.13μm以下のパターン開口を形成する際に使用される。

【0003】

しかしながら、ArFフォトレジストは耐プラズマ性が低いため、エッティング途中でフォトレジストの表面が荒れてしまうという問題がある。この表面荒れは、KrFフォトレジストではほとんど発生しなかった。このようにフォトレジストの表面が荒れてしまうことで、エッティングの進行とともに、パターンの開口部の形状が変化して、所望の開口形状のエッティングホールが形成できなくなってしまうという不都合が生じていた。また、エッティング途中で、フォトレジストがなくなる箇所ができ、本来エッティングしたくない箇所もエッティングされてしまうという不都合も生じていた。

【0004】

フォトレジストの耐プラズマ性を向上させる方法としては、フォトレジスト表面に紫外線、電子線やイオンビームを照射する方法、フォトレジストを加熱硬化する方法やフォトレジスト表面に薄い硬化層をコーティングする方法が考えられる。また、フォトレジストに限らず、他の有機層においても同様な方法で耐プラズマ性を向上させ得ると考えられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらいずれの方法も、一般的にその後のエッティング工程で使用する容器とは別の容器内で行うこととなる。フォトレジストの耐プラズマ性の向上処理を行う容器からエッティング容器へ被処理体を搬送することは、搬送工程での歩留まりの低下や搬送時間によるスループットの低下を招く。また、耐プラズマ性の向上処理を行う容器をエッティング容器と別に設けることは、余分なスペースが必要であるばかりでなくコストアップを招く。これらの方法を耐プラズマ性の向上処理を行う容器をエッティング容器と別に設けず、エッティング容器に紫外線照射手段や加熱手段を付加することも可能ではあるが、この場合にも紫外線照射手段や加熱手段が必要であることには変わりなく、やはりコストアップを招いてしまう。

【0006】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、歩留まりの低下やスループットの低下をもたらさずに、かつコストアップを招くことなく、有機層の耐エッティング性を向上させることができるプラズマ照射方法、プラズマ処理方法、プラズマエッティング方法、および半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための第1の発明は、表面に有機層を有する被処理体に対して、 H_2 のプラズマを照射させることを特徴とするプラズマ照射方法である。 H_2 のプラズマに代えて、 H_2 とHe、Ne、Ar、Kr、Xeなどの不活性ガ

スとを含む処理ガスのプラズマや、Hを有する物質と不活性ガスとを含む処理ガスのプラズマを照射してもよい。この照射によって、有機層の耐プラズマ性が向上する。詳細なメカニズムは必ずしも明確ではないが、Hを有するプラズマが有機層の架橋反応を促進して化学的結合が強化され、耐プラズマ性を向上させていくものと考えられる。

【0008】

第1の発明において、有機層としてはマスク層を挙げることができ、マスク層がフォトレジスト層、特に、ArFフォトレジスト層の場合に、顕著な耐プラズマ性の向上効果をもたらす。なお、ArFフォトレジストとは、前述のようにArFガスを発光源としたレーザー光で露光するフォトレジストをいう。

【0009】

第2の発明は、表面にArFフォトレジスト層を有する被処理体に対して、Hを有する物質を含む処理ガスのプラズマを照射させることを特徴とするプラズマ照射方法である。この照射によって、ArFフォトレジスト層の耐プラズマ性が向上する。

【0010】

第1および第2の発明において、Hを有する物質としては、取り扱いが容易なH₂やNH₃を好適に使用することができる。中でもH₂がより好ましい。また、処理ガスには、N₂が含まれていても良い。

【0011】

第3の発明は、エッティング対象部と、このエッティング対象部を覆うパターン開口が形成された有機層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器に導入されたHを有する物質を含む処理ガスをプラズマ化し、前記有機層に照射する工程と、前記処理容器に導入されたエッティングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記エッティング対象部をエッティングする工程と、を備えたプラズマ処理方法である。

【0012】

第3の発明においては、第1および第2の発明と同様に、Hを有する物質としては、H₂やNH₃を使用することができ、また、処理ガスには、N₂が含まれ

ていてもよい。ここでは有機層がマスク層として機能している。第3の発明においても、有機層としてはマスク層を挙げることができ、マスク層がフォトレジスト層、特に、ArFフォトレジスト層の場合に、顕著な耐プラズマ性の向上効果をもたらす。

【0013】

第3の発明において、エッチング対象部の材質によっては、処理ガスとエッチングガス同じにすることもできる。同じガスを使用することで、照射する工程とエッチングする工程との間のガス切り替えが不要となり短時間での処理ができる。具体的には、処理ガスおよびエッチングガスとしてN₂とH₂との混合ガスを用いて、プラズマ生成電力を低くして照射する工程を行い、その後、プラズマ生成電力を高くし、バイアス電力を印加して、エッチング対象部として例えばアモルファスカーボンをエッチングする工程を行う。また、エッチング対象部の材質によっては、エッチングガスとして、処理ガスに別のガスを添加しただけのガスを使用することができる。照射する工程の後に別のガスを添加するだけでエッチングすることができれば、プラズマ放電を維持したまま、連続で照射する工程とエッチングする工程とを行うことが可能である。具体的には、照射する工程で、処理ガスとしてH₂を用い、その後、エッチングガスとしてH₂とCF₄とArの混合ガスを用いて、エッチング対象部として例えば有機酸化膜をエッチングする工程を行う。

【0014】

第3の発明において、エッチング対象部がSiO₂層であり、エッチングガスがC₅F₈を含むガスの場合には、エッチング対象部の有機層に対する選択比（エッチング対象部のエッチングレート／有機層のエッチングレート）が高くなり好ましい。

【0015】

第4の発明は、表面にArFフォトレジスト層を有する被処理体に対して、N₂を有する物質を含む処理ガスのプラズマを照射させることを特徴とするプラズマ照射方法である。この照射により、ArFフォトレジスト層の耐プラズマが向上する。ArFフォトレジスト層の耐プラズマが向上する詳細なメカニズムは必ず

しも明確ではないが、NとArFフォトレジスト中のCとが結合して、ArFフォトレジスト表面にCN系の保護膜ができ、ArFフォトレジストの耐プラズマ性が向上するものと考えられる。

【0016】

第4の発明において、Nを有する物質としては、取り扱いが容易なN₂やNH₃を好適に使用することができる。また、処理ガスには、Hを有する物質が含まれていることが好ましい。Hの存在によりNとCとの結合が促進されると考えられるからである。Hを有する物質としては、H₂、CHF₃、CH₂F₂、CH₃Fの中から選択される1以上を使用することができる。

【0017】

第5の発明は、エッティング対象部と、このエッティング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆うパターン開口が形成されたArFフォトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器に導入された処理ガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記反射防止層をエッティングしながら、このエッティングにより同時に前記ArFフォトレジスト層の耐プラズマ性の向上処理を行う工程と、を備えたプラズマ処理方法である。これにより、反射防止層を有する被処理体のエッティングにおいて、反射防止層のエッティングについてArFフォトレジスト層の耐プラズマ性の向上処理を行うことができる。したがって、スループットの向上を図ることができる。さらに、耐プラズマ性の向上処理を行う手段が別途必要ないため、余分な装置や空間が不要となりコストダウンを図ることができる。

【0018】

第6の発明は、エッティング対象部と、このエッティング対象部を覆うパターン開口が形成されたArFフォトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器に導入されたNを有する物質を含む処理ガスをプラズマ化し、前記ArFフォトレジスト層に照射する工程と、前記処理容器に導入されたエッティングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記エッティング対象部をエッティングする工程と、を有することを特徴とするプラズマ処理方法である。

【0019】

第7の発明は、エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆うパターン開口が形成されたArFフォトトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器に導入されたNを有する物質を含む処理ガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記反射防止層をエッチングする第1エッチング工程と、前記処理容器に導入されたエッチングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記エッチング対象部をエッチングする第2エッチング工程と、を有することを特徴とするプラズマ処理方法である。

【0020】

第6および第7の発明において、エッチング対象部はSiO₂層であり、エッチングガスはフロロカーボン、特にC₅F₈またはC₄F₆を含むガスであることが好ましい。これにより、反射防止層のエッチングによって同時にArFフォトトレジスト層の耐プラズマ性の向上処理を行うことができ、その結果、その後のフロロカーボンを含むエッチングガスのプラズマでSiO₂層をエッチングする工程で、ArFフォトトレジスト層に対するSiO₂層の選択比(SiO₂層のエッチングレート/ArFフォトトレジスト層のエッチングレート)がかなり大きくなる。C₅F₈の中でも、直鎖C₅F₈が好ましい。直鎖C₅F₈のうち1, 1, 1, 4, 4, 5, 5, 5-オクタフルオロ-2-ペンチン(以下「2-C₅F₈」と記載する。)を用いた場合の上記選択比は極めて大きくなる。また、C₄F₆を用いた場合は、エッチング工程でArFフォトトレジスト上にポリマーが堆積されるため、ArFフォトトレジストの目減りがなく、所望の開口形状を維持したままエッチングホールを形成することができる。

【0021】

第8の発明は、SiO₂層と、このSiO₂層を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆うパターン開口が形成されたフォトトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器に導入されたNを有する物質を含む処理ガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記反射防止層をエッチングする第1エッチング工程と、前記処理容器に導入されたフロロカーボンを含む

エッチングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記SiO₂層をエッチングする第2エッチング工程と、を有することを特徴とするプラズマ処理方法である。フロロカーボンとしては、C₄F₆やC₅F₈、好ましくは直鎖C₅F₈、より好ましくは2-C₅F₈を使用することができる。

【0022】

第6、第7および第8の発明において、Nを有する物質としてはN₂やNH₃を好適に使用することができる。また、処理ガスには、Hを有する物質が含まれていることが好ましい。Hを有する物質としては、H₂、CHF₃、CH₂F₂、CH₃Fの中から選択される1以上を使用することができる。

【0023】

第9の発明は、処理容器に導入された処理ガスをプラズマ化して、反射防止層と、この反射防止層を覆うパターン開口が形成されたフォトトレジスト層とを有する被処理体の前記反射防止層を、前記パターン開口を介してエッチングするプラズマエッチング方法であって、前記処理ガスはN₂とH₂とを含み、前記処理容器内の圧力は107～160Pa(800～1200mTorr)としたことを特徴とするプラズマエッチング方法である。これにより、フォトトレジストのエッチングができるだけ抑えながら、反射防止層のエッチングをすることができる。

【0024】

第10の発明は、エッチング対象膜と、このエッチング対象膜を覆うパターン開口が形成されたフォトトレジスト膜とを有する基板を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器に導入されたH₂を含む処理ガスをプラズマ化し、前記フォトトレジスト膜に照射する工程と、前記処理容器に導入されたエッチングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記エッチング対象膜をエッチングする工程と、を有することを特徴とする半導体装置の製造方法である。

【0025】

第11の発明は、SiO₂層と、このSiO₂層を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆うパターン開口が形成されたフォトトレジスト層とを有する基板を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器に導入されたN₂と、H₂、CHF₃、CH₂F₂、CH₃Fの中から選択されたいずれか1以上とを含む処理ガスを

プラズマ化し、前記パターン開口を介して前記反射防止層をエッチングする第1エッチング工程と、前記処理容器に導入されたC₅F₈とC₄F₆の中から選択されたいずれか1以上を含むエッティングガスをプラズマ化し、前記パターン開口を介して前記SiO₂層をエッティングする第2エッティング工程と、を有することを特徴とする半導体装置の製造方法である。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明が実施されるプラズマエッティング装置1を示す断面図である。処理容器2は金属、例えば、表面が酸化処理されたアルミニウムにより形成されていて、保安接地されている。処理容器2内の底部には絶縁体3を介して、平行平板電極の下部電極として機能するサセプタ5が設けられている。このサセプタ5には、ハイパスフィルタ(HPF)6が接続されている。サセプタ5の上には静電チャック11が設けられ、その上には半導体ウエハ等の被処理体Wが載置されている。静電チャック11は、絶縁体間に電極12が介在された構成をしており、電極12に接続された直流電源13を印加することにより、クーロン力で被処理体Wを静電吸着する。そして、被処理体Wを囲むようにフォーカスリング15が配置されている。このフォーカスリング15はSiやSiO₂等からなり、エッティングの均一性を向上させている。

【0027】

また、サセプタ5の上方には、サセプタ5と対向して上部電極21が設けられている。この上部電極21は、絶縁体22を介して、処理容器2の上部に支持されていて、シャワーHEAD状の電極板24と、この電極板24を支持する支持体25とから構成される。

【0028】

支持体25の中央にはガス導入口26が設けられ、このガス導入口26には、順に、ガス供給管27、バルブ28、マスフローコントローラ29、処理ガス供給源30が接続されている。この処理ガス供給源30からは、処理ガス、例えばH₂、N₂、NH₃等や、エッティングガス、例えば2-C₅F₈、O₂、CO、

Ar等が供給される。

【0029】

一方、処理容器2の底部には排気管31が接続されており、この排気管31には排気装置35が接続されている。また、処理容器2の側壁にはゲートバルブ32があり、被処理体Wが、隣接するロードロック室(図示せず)との間で搬送されるようになっている。

【0030】

上部電極21には、ローパスフィルタ(LPF)42と、整合器41を介して第1の高周波電源40とがそれぞれ接続されている。下部電極であるサセプタ5には、整合器51を介して第2の高周波電源50が接続されている。

【0031】

次に、上記のプラズマエッティング装置1を用いて、図2に示すようなSiO₂膜61とこれを覆うArFフォトレジスト層62を有する被処理体Wにプラズマ照射して、ArFフォトレジスト層62の耐プラズマ性を向上させる処理を行う工程と、この工程の後にArFフォトレジスト層62をマスクとしてSiO₂膜61をプラズマエッティングする工程とを行う第1の実施形態について説明する。

【0032】

まず、ゲートバルブ32を開放して、被処理体Wを処理容器2内に搬入し、静電チャック11上に配置する。次いで、ゲートバルブ32を閉じ、排気装置35によって処理容器2内を減圧した後、バルブ28を開放し、処理ガス供給源30から処理ガス、例えばH₂を供給し、処理容器2内の圧力を所定の値、例えば6.7Pa(50mTorr)とする。この状態で、上部電極21と下部電極であるサセプタ5に高周波電力を印加し、処理ガスをプラズマ化して被処理体W中のArFフォトレジスト層62にプラズマ照射する。一方、上下電極に高周波電力を印加するタイミングの前後に、直流電源13を静電チャック11内の電極12に印加して、被処理体Wを静電チャック11上に静電吸着する。

【0033】

所定の時間だけプラズマを照射した後、処理ガスの供給及び高周波電力の印加を停止する。

【0034】

この後、処理容器2内の圧力をエッティング工程に適した所定の値、例えば2.0Pa(15mTorr)とする。処理ガス供給源30からエッティングガス、例えばC₅F₈、O₂、Arを供給する。上部電極21と下部電極であるサセプタ5に高周波電力を印加してエッティングガスをプラズマして、ArFフォトレジスト層62をマスクとしてSiO₂膜61をプラズマエッティングする。

【0035】

エッティング中に、所定の発光強度を終点検出器(図示せず)によって検出し、これに基いてエッティングを終了する。ArFフォトレジストとしては、脂環族含有アクリル樹脂、シクロオレフィン樹脂、シクロオレフィン-無水マレイン酸樹脂が使用できる。

【0036】

なお、エッティング対象部は、SiO₂膜に限るものではなく、TEOS、BPSG、PSG、SOG、熱酸化膜、HTO、FGS、有機系酸化シリコン膜、CORAL(ノベラス社)等の酸化膜(酸素化合物)や低誘電体有機絶縁膜等のエッティングに適用可能である。また、エッティング装置の構成も図1のものに限るものではない。

【0037】

次に、上記第1の実施形態に係る方法の実施例について説明する。

ここでは、プラズマを照射する工程での諸条件としては、処理容器内圧力を6.7Pa(50mTorr)とし、処理ガスH₂の流量を0.05~0.2L/min(50~200sccm)とし、照射時間を30秒とし、上部電極には60MHzの周波数の高周波電力を500~1000Wのパワーで印加し、下部電極には高周波電力を印加しなかった。また、エッティング工程での諸条件としては、処理容器内圧力を2.0Pa(15mTorr)とし、エッティングガスC₅F₈、Ar、O₂の流量をそれぞれ0.015L/min(15sccm)、0.38L/min(380sccm)、0.019L/min(19sccm)とし、上部電極には60MHzの周波数の高周波電力を2170Wのパワーで印加し、下部電極には2MHzの周波数の高周波電力を1550Wのパワーで印加し

た。

【0038】

このような実施例と、プラズマを照射する工程を省略した比較例とで、エッチング工程での SiO_2 膜のArFフォトレジストマスクに対する選択比(SiO_2 膜のエッチングレート/ArFフォトレジストマスクのエッチングレート)を比較した。被処理体Wの測定箇所4点全てについて、実施例のようにプラズマ照射を行うことにより、プラズマ照射を行わない比較例に比べて上記選択比が上昇した。上昇率は6~19%だった。

【0039】

次に、上記のプラズマエッチング装置1を用いて、図3のような SiO_2 膜71と、この SiO_2 膜71を覆う反射防止膜72と、この反射防止膜72を覆うArFフォトレジスト層73を有する被処理体Wに対して、ArFフォトレジスト層73のパターン開口を介して反射防止膜72をエッチングするとともに、ArFフォトレジスト層73の耐プラズマ性を向上させる第1エッチング工程(図3(a))と、この工程の後のArFフォトレジスト層73を介して SiO_2 膜71をプラズマエッチングする第2エッチング工程(図3(b))を行う第2の実施形態について説明する。

【0040】

まず、被処理体Wを処理容器2内に搬入・配置し、処理ガス供給源30から第1エッチングガスを兼ねた処理ガス、例えば N_2 と H_2 を供給するとともに、処理容器2内の圧力を所定の値、例えば107Pa(800mTorr)にする。この際の処理容器内圧力は107~160Pa(800~1200mTorr)が好ましい。107Paより低いとフォトレジスト、特にパターン開口の肩部もエッチングされてしまうからであり、160Paより大きいと開口部分のエッチングが進行しないからである。次いで、上下部電極に高周波電力を印加し、第1エッチングガスをプラズマ化して、ArFフォトレジスト層73をマスクとして反射防止膜72をエッチングする。反射防止膜としては、アモルファスカーボン等を使用することができる。このエッチングは、同時にArFフォトレジスト層73の耐プラズマ性を向上させる処理も兼ねている。所定の時間だけエッチング

したところで第1エッティングを終了する。

【0041】

処理ガス（第1エッティングガス）をエッティングガス（第2エッティングガス）に切り替えて、第1エッティングと同様に、ArFフォトレジスト73を介してSiO₂膜71をプラズマエッティングする第2エッティングを行う。

【0042】

なお、この第2の実施形態においても、エッティング対象部は、SiO₂膜に限るものではなく、TEOS、BPSG、PSG、SOG、熱酸化膜、HTO、FG、有機系酸化シリコン膜、CORAL（ノベラス社）等の酸化膜（酸素化合物）や低誘電体有機絶縁膜等のエッティングに適用可能である。また、エッティング装置の構成も図1のものに限るものではない。

【0043】

次に、上記第2の実施形態に係る方法の実施例について説明する。

ここでは、第1エッティングの諸条件としては、処理容器内圧力を107Pa（800mTorr）とし、処理ガス（第1エッティングガス）N₂、H₂の流量をそれぞれ0.6L/min（600sccm）とし、上部電極には60MHzの周波数の高周波電力を1000Wのパワーで印加し、下部電極には2MHzの周波数の高周波電源を300Wのパワーで印加した。第2エッティングの諸条件としては、エッティングガスが1, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5-オクタフルオローシクロ-1-ペンテン（以下「c-C₅F₈」と記載する。）を含むガスの場合（実施例1）には、処理容器内圧力を2.0Pa（15mTorr）とし、エッティングガスc-C₅F₈、Ar、O₂の流量をそれぞれ0.015L/min（15scm）、0.38L/min（380scm）、0.019L/min（19scm）とし、上部電極には周波数60MHz、パワー2170Wで、下部電極には周波数2MHz、パワー1550Wで高周波電力を印加し、エッティングガスが2-C₅F₈を含むガスの場合（実施例2）には、処理容器内圧力を2.7Pa（20mTorr）とし、エッティングガス2-C₅F₈、Ar、O₂、COの流量をそれぞれ0.027L/min（27scm）、0.5L/min（500scm）、0.027L/min（27scm）、0.05L

／min (50 sccm) とし、上部電極には周波数 60 MHz、パワー 1600 Wで、下部電極には周波数 2 MHz、パワー 2000 Wで高周波電力を印加した。

【0044】

これに対して、処理ガスが ArF フォトレジストの耐プラズマ性の向上作用がないと思われる CF₄ で第1エッチングを行った後、実施例1と同様にして c-C₅F₈ を含むガスで第2エッチングを行ったものを比較例1とし、実施例2と同様にして 2-C₅F₈ を含むガスで第2エッチングを行ったものを比較例2とした。結果を表1に示す。

【0045】

【表1】

	処理ガス	エッチングガス	第2エッチング工程での、SiO ₂ のエッチングレート／ArF フォトレジストのエッチングレート
実施例1	N ₂ +H ₂	c-C ₅ F ₈ 含有ガス	8.3
比較例1	CF ₄	c-C ₅ F ₈ 含有ガス	6.3
実施例2	N ₂ +H ₂	2-C ₅ F ₈ 含有ガス	63.3
比較例2	CF ₄	2-C ₅ F ₈ 含有ガス	22.5

【0046】

表1に示すように、反射防止膜をエッチングする第1エッチング工程で、N₂ と H₂ との混合ガスのプラズマを用いたことにより、ArF フォトレジスト膜の耐プラズマ性が向上し、その後の SiO₂ 膜をエッチングする第2エッチング工程で、SiO₂ 膜の ArF フォトレジスト膜に対する選択比 (SiO₂ のエッチングレート／ArF フォトレジストのエッチングレート) が高くなることが確認された。

【0047】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、表面に有機層を有する被処理体に対し

て、 H_2 や N_2 と H_2 との混合ガス等のプラズマを照射することにより、歩留まりの低下やスループットの低下をもたらさずに、かつコストアップを招くことなく、有機層、特に ArF フォトレジスト層の耐エッチング性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明が適用できるプラズマエッチング装置の概略断面図。

【図 2】

第 1 の実施形態の実施に用いる被処理体のエッチング対象部を模式的に示す断面図。

【図 3】

第 2 の実施形態の実施に用いる被処理体のエッチング対象部を模式的に示す断面図。

【符号の説明】

1 : プラズマエッチング装置

5 ; サセプタ

21 ; 上部電極

30 ; 処理ガス供給源

40, 50 ; 高周波電源

61, 71 ; SiO₂ 膜

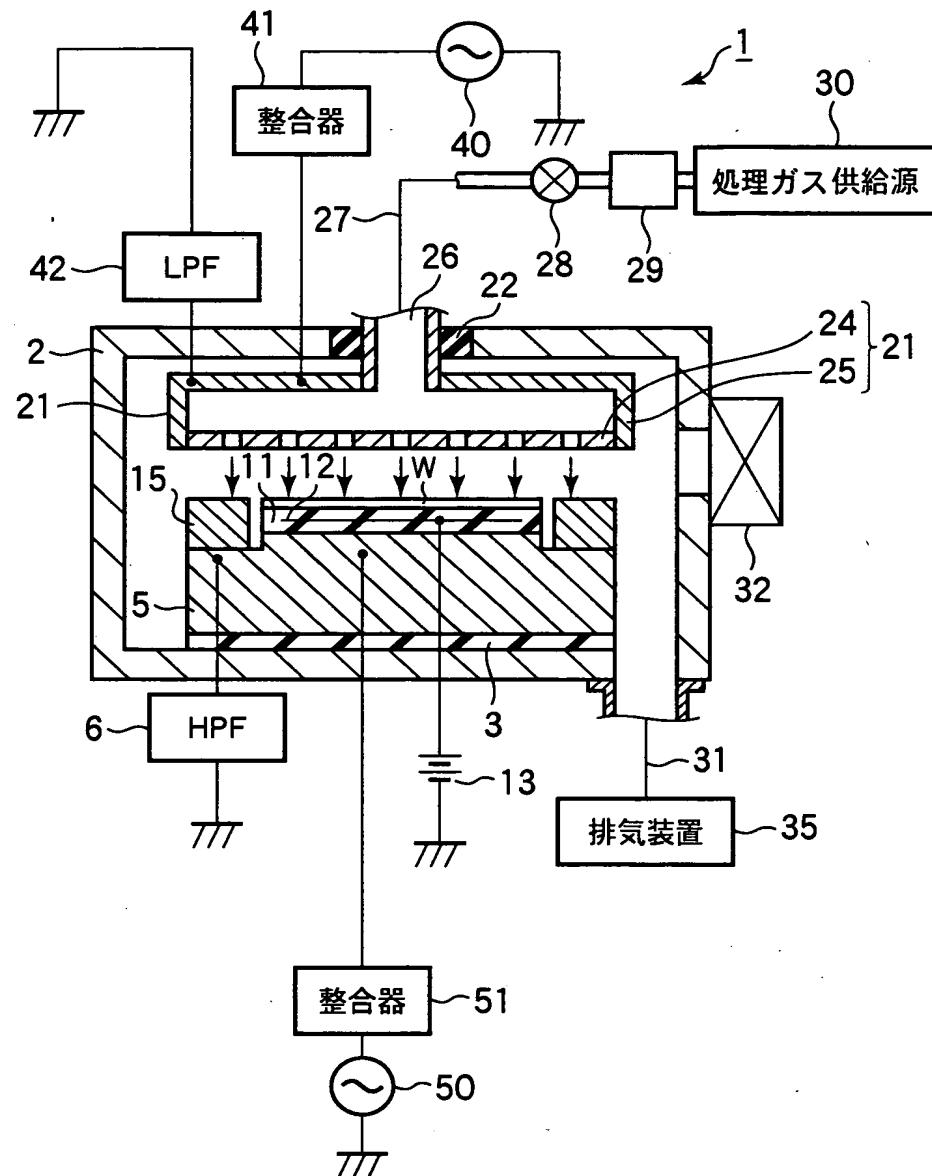
62, 73 ; ArF フォトレジスト層

72 ; 反射防止膜

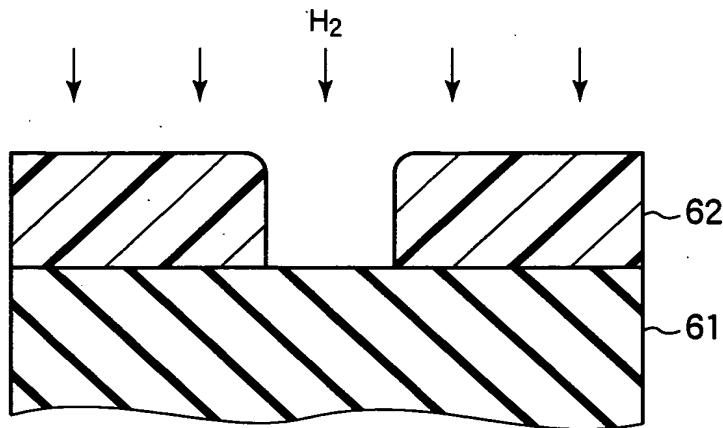
W : 被処理体

【書類名】 図面

【図1】

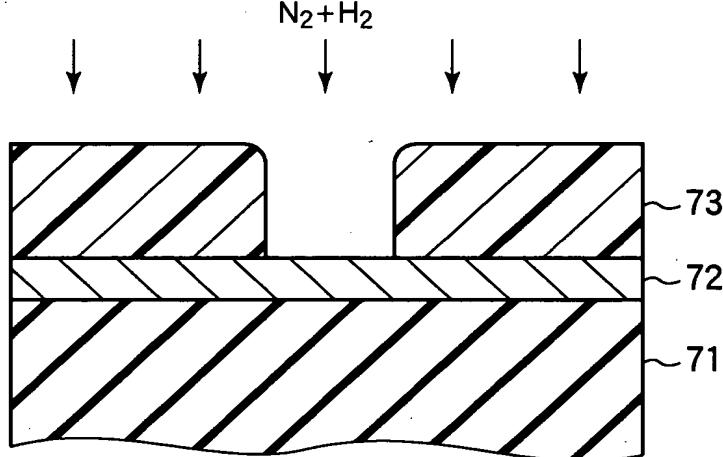


【図2】

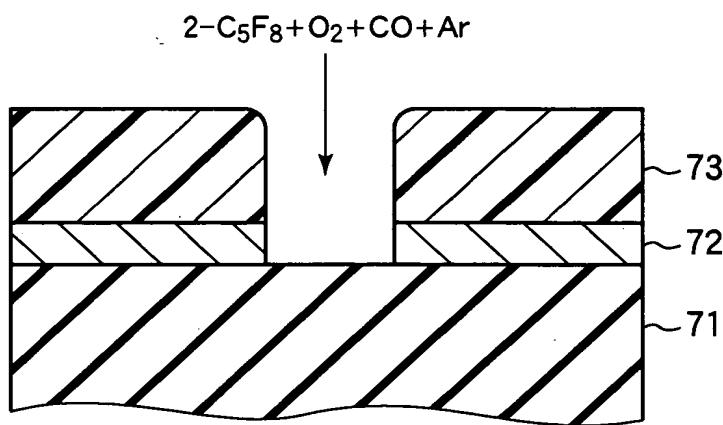


【図3】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 歩留まりの低下やスループットの低下をもたらさずに、かつコストアップを招くことなく、有機層の耐エッティング性を向上させること。

【解決手段】 ArF フォトレジスト層 73 表面に、H₂ ガスやN₂ と H₂ の混合ガスのプラズマを照射することで、ArF フォトレジスト層 73 の耐プラズマ性を向上させる。エッティング対象部 71 と ArF フォトレジスト層 73 の間に反射防止膜 72 が有る場合には、ArF フォトレジスト層 73 のパターン開口部を介して、反射防止膜 72 を N₂ と H₂ の混合ガスのプラズマでエッティングすることにより、同時に ArF フォトレジスト層 73 の耐プラズマ性を向上させる。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-187422
受付番号	50200941547
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 6月28日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 6月27日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日 2003年 4月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂五丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社